

**JP2002353310 A**

**METHOD FOR FORMING CONNECTING WIRING OF SEMICONDUCTOR  
ELEMENT**

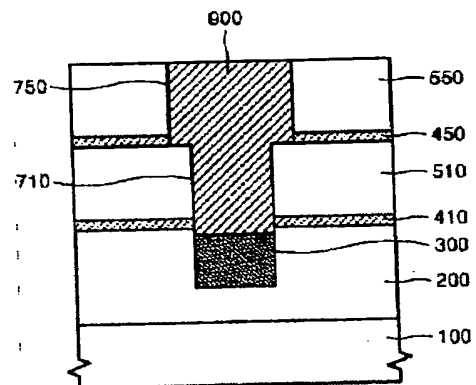
**SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD**

**Inventor(s):**LEE SOO-GEUN ;SHIN HONG-JAE ;LEE KYOUNG-WOO ;KIM  
JAE-HAK

**Application No.** 2002135872 JP2002135872 JP, **Filed** 20020510, **A1 Published**  
20021206 **Published** 20021206

**Abstract:** PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for forming a connecting wiring of a semiconductor element.

**SOLUTION:** This method for forming the connecting wiring of the semiconductor element comprises a step of successively forming a first etching finish layer, a first interlayer insulating layer, a second etching finish layer, and a second interlayer insulating layer on a lower conductive layer formed on a semiconductor substrate, a step of forming a via hole by successively etching these layers taking the first etching finish layer as the point where etching is finished, a step of forming a protective layer for covering and protecting the portion of the first etching finish layer resulting in the appearance at the bottom of the via hole in the via hole, a step of forming a trench connecting to the via hole by etching the portion of the second interlayer insulating layer adjacent to the via hole taking the second etching finish layer as the point where etching is finished, a step of removing the protective layer, a step of removing the portion of the first etching finish layer lying at the bottom of the via hole, and a step of forming an upper conductive layer electrically connected to the lower conductive layer by filling the via hole and the trench.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-353310  
(P2002-353310A)

(43) 公開日 平成14年12月6日 (2002.12.6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/768  
21/306

識別記号

F I

H 0 1 L 21/90  
21/306

テ-マ-ト\* (参考)

A 5 F 0 3 3  
D 5 F 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-135872(P2002-135872)

(22) 出願日 平成14年5月10日 (2002.5.10)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 1 - 0 2 5 5 7 3

(32) 優先日 平成13年5月10日 (2001.5.10)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72) 発明者 李 守 根

大韓民国京畿道水原市八達区望浦洞 碧山  
アパート117棟1602号

(72) 発明者 慎 ▲こう▼ 緯

大韓民国ソウル特別市冠岳区新林4洞1715  
番地 友邦アパート103棟1001号

(74) 代理人 100072349

弁理士 八田 幹雄 (外4名)

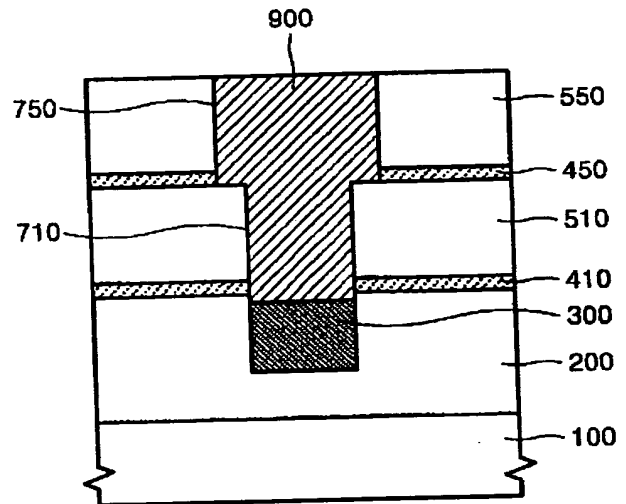
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体素子の連結配線形成方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体素子の連結配線形成方法を提供する。

【解決手段】 半導体基板上に形成された下部導電層上に、第1エッチング終了層と、第1層間絶縁層と、第2エッチング終了層と、第2層間絶縁層とを順次形成する段階と、前記第1エッチング終了層をエッチング終了点としてこれらの層を順次にエッチングしてビアホールを形成する段階と、前記ビアホール内に前記ビアホールの底に結果的に現れる前記第1エッチング終了層の部分を覆って保護する保護層を形成する段階と、前記第2エッチング終了層をエッチング終了点として前記ビアホールに隣接する前記第2層間絶縁層の部分をエッチングして前記ビアホールに連結するトレンチを形成する段階と、前記保護層を除去する段階と、前記ビアホールの底に位置する前記第1エッチング終了層の部分を除去する段階と、前記ビアホール及び前記トレンチを充填し、前記下部導電層に電氣的に連結される上部導電層を形成する段階と、を含むことを特徴とする半導体素子の連結配線形成方法である。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 半導体基板上に形成された下部導電層上に第 1 エッチング終了層を形成する段階と、  
前記第 1 エッチング終了層上に第 1 層間絶縁層を形成する段階と、  
前記第 1 層間絶縁層上に第 2 エッチング終了層を形成する段階と、  
前記第 2 エッチング終了層上に第 2 層間絶縁層を形成する段階と、  
前記第 1 エッチング終了層をエッチング終了点として前記第 2 層間絶縁層、前記第 2 エッチング終了層及び前記第 1 層間絶縁層を順次にエッチングして前記下部導電層上に配列されるビアホールを形成する段階と、  
前記ビアホール内に、前記ビアホールの底に結果的に現れる前記第 1 エッチング終了層の部分を覆って保護する保護層を形成する段階と、  
前記第 2 エッチング終了層をエッチング終了点として前記ビアホールに隣接する前記第 2 層間絶縁層の部分をエッチングして前記ビアホールに連結するトレンチを形成する段階と、  
前記保護層を除去する段階と、  
前記ビアホールの底に位置する前記第 1 エッチング終了層の部分を除去する段階と、  
前記ビアホール及び前記トレンチを充填し、前記下部導電層に電氣的に連結される上部導電層を形成する段階と、を含むことを特徴とする半導体素子の連結配線形成方法。

**【請求項 2】** 前記下部導電層は銅よりなる、請求項 1 に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 3】** 前記第 1 エッチング終了層は窒化ケイ素又は炭化ケイ素よりなる、請求項 1 または 2 に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 4】** 前記第 1 層間絶縁層は低誘電物質よりなる、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 5】** 前記低誘電物質は炭素がドーピングされたケイ素酸化物よりなる、請求項 4 に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 6】** 前記第 2 エッチング終了層は窒化ケイ素又は炭化ケイ素よりなる、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 7】** 前記第 2 層間絶縁層は低誘電物質よりなる、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 8】** 前記低誘電物質は炭素がドーピングされたケイ素酸化物である、請求項 7 に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 9】** 前記保護層は非有機系の低誘電物質層（SOD 層）よりなる、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 10】** 前記非有機系の SOD 層は水素シルセスキオキサンよりなる、請求項 9 に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 11】** 前記保護層を形成する段階は、前記第 2 層間絶縁層上に前記ビアホールを充填する前記保護層を形成する段階と、  
前記保護層をエッチバックして、前記保護層の上側表面を前記第 2 層間絶縁層の上側表面より低くする段階と、を含む、請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 12】** 前記エッチバックはレジスト現像液を用いる湿式エッチングでなされる、請求項 11 に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 13】** 前記レジスト現像液はテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液を含む、請求項 12 に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 14】** 前記エッチバックはフッ化水素酸希釈液を用いる湿式エッチングで行われる、請求項 11 に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 15】** 前記保護層を除去する段階はレジスト現像液を用いる湿式エッチングで行われる、請求項 1 ～ 14 のいずれか一項に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 16】** 前記レジスト現像液はテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液を含む、請求項 15 に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 17】** 前記保護層を除去する段階はフッ化水素酸希釈液を用いる湿式エッチングで行われる、請求項 1 ～ 14 のいずれか一項に記載の連結配線形成方法。

**【請求項 18】** 前記上部導電層は、銅よりなる、請求項 1 ～ 17 のいずれか一項に記載の連結配線形成方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は半導体素子製造方法に関し、特に半導体素子に低誘電物質を採用する時に半導体素子の連結配線を形成することを含む半導体素子製造方法に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 配線の RC 遅延による半導体素子の速度低下を克服するために、最近、銅配線を半導体素子に採用する試みが成されており、これと共に低誘電物質、または低誘電率を有する誘電物を、こうした配線間を絶縁する絶縁層に採用する試みがなされている。この際、銅配線のパターンニングは、デュアルダマシン工程が採用されている。

**【0003】** デュアルダマシン工程を実行する方法として、これまで様々な類似した方法が提示されてきた。それらは基本的に、少なくとも二層以上の絶縁層と、当該絶縁層の界面または絶縁層の底面にエッチング終了層とを導入することを含むものである。こうしたエッチング終了層は、配線に形状を与えるためのトレンチを絶縁層

または絶縁層等に形成する時、トレンチのエッチングを終了させるために導入されるものである。

【0004】ところで、こうした配線間を絶縁するために導入される絶縁層を前述のように低誘電物質で形成する場合に、当該絶縁層と、前述のエッチング終了層とのエッチング選択比が劣悪になるという問題がある。このような問題のために、絶縁層にビアホールおよび／またはトレンチを形成するエッチング工程で、下部膜質層を覆っているエッチング終了層のいずれか一つを過剰にエッチングし得るという問題を招く。

【0005】例えば、ビアホールを形成するエッチング工程で下部の配線を覆うエッチング終了層が過剰にエッチングされて、ビアホールを形成するエッチング工程に続くトレンチを形成するエッチング工程で下部配線の上側表面がこうしたエッチング工程により露出されたり、こうしたエッチング工程により下部配線の上側表面等が侵害されたり、望ましくない結果が生じることがある。即ち、デュアルダマシン工程により下部配線が損傷されるという、好ましくない結果が生じる問題がある。

【0006】図1～5は従来のデュアルダマシン工程による配線形成方法を説明するための、基板の概略的な断面図である。

【0007】図1を参照すれば、半導体基板10上に、下部絶縁層20、下部導電層30、および第1エッチング終了層40を形成し、さらに第1層間絶縁層50を形成する。この際、第1エッチング終了層40は下部導電層30を覆うように形成される。下部導電層30は下部配線となり得、下部絶縁層20により絶縁されている。こうした下部導電層30は半導体基板10に形成される動作素子又はトランジスタ素子等と電気的に連結されるように形成され得る。第1層間絶縁層50上に第2エッチング終了層45を形成し、第2エッチング終了層45上に第2層間絶縁層55を形成する。

【0008】図2を参照すれば、第2層間絶縁層55上に第1エッチングマスク60、例えばフォトレジストパターンを形成した後、こうした第1エッチングマスク60により露出された部分をエッチングしてビアホール71を形成する。この際、こうしたビアホール71のために行われるエッチング工程は下部導電層30上に位置する第1エッチング終了層40上でエッチングが終了することが望ましい。

【0009】図3を参照すれば、ビアホール71が形成された後、パターンニングされた第2層間絶縁層55上に第2エッチングマスク65、例えばフォトレジストパターンを形成する。こうした第2エッチングマスク65が露出する部分の線幅は、図2で示した第1エッチングマスク60が露出する部分の線幅に比べて広いことが望ましい。

【0010】図4を参照すれば、第2エッチングマスク65をマスクとして露出される第2層間絶縁層55部分

をエッチングしてビアホール71に連結するトレンチ75を形成する。このために、第2層間絶縁層55をパターンニングするエッチング工程は第2エッチング終了層45をエッチング終了点として用いることが望ましい。こうしたトレンチ75のためのエッチング工程はビアホール71が形成された状態で行われるため、ビアホール71により上側表面が露出した第1エッチング終了層40にも影響を及ぼす。

【0011】前記のようにRC遅延等を克服するため、第1層間絶縁層50および／または第2層間絶縁層55を、例えば炭素がドーピングされたケイ素酸化物(SiOC)などの低誘電物質で形成する場合に、第1エッチング終了層40として用いる窒化ケイ素(SiN)又は炭化ケイ素(SiC)は、こうした低誘電物質とのエッチング選択比が十分ではない、という問題が発生しうる。これにより、前記のトレンチ75のためのエッチング工程により、既に露出している第1エッチング終了層40がエッチングにより全て除去されて、第1エッチング終了層40で保護されねばならない下部導電層30の上側表面がトレンチ75のためのエッチング工程で露出してしまふ。

【0012】このように下部導電層30、例えば下部銅配線が露出されれば、こうした下部銅配線が損傷を受けることがある。より詳しく説明すれば、トレンチ75を形成した後、第2エッチングマスク65として用いたフォトレジストパターンをアッシング及びストリップ等で除去する。又、ビアホール71の底に第1エッチング終了層40が残留する場合、これを除去して下部導電層30を開口させる。こうしたアッシングは酸素プラズマ等を用いるが、前記のように下部銅配線が既に露出されていれば、こうした酸素プラズマ等により大きく損傷を受ける。このように下部の銅配線が損傷を受ければ、図5に示されたようにトレンチ75及びビアホール71を埋める上部導電層80、例えば上部銅配線を形成する時、上部銅配線と下部銅配線との接触不良等が発生する恐れがある。

【0013】このようにデュアルダマシン工程に採用される絶縁層とエッチング終了層とのエッチング選択比が劣悪であるために、下部配線の損傷等に起因する半導体素子の不良が誘導されうるので、これを克服するための試みが成されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、デュアルダマシン工程を行う時に、ビアホール及びトレンチ等の連結配線を形成する工程により下部導電層が損傷されることを防止することができる半導体素子の連結配線形成方法を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】すなわち上記目的は、半導体基板上に形成された下部導電層上に第1エッチング

終了層を形成する段階と、前記第1エッチング終了層上に第1層間絶縁層を形成する段階と、前記第1層間絶縁層上に第2エッチング終了層を形成する段階と、前記第2エッチング終了層上に第2層間絶縁層を形成する段階と、前記第1エッチング終了層をエッチング終了点として前記第2層間絶縁層、前記第2エッチング終了層及び前記第1層間絶縁層を順次にエッチングして前記下部導電層上に配列されるビアホールを形成する段階と、前記ビアホール内に、前記ビアホールの底に結果的に現れる前記第1エッチング終了層の部分を覆って保護する保護層を形成する段階と、前記第2エッチング終了層をエッチング終了点として前記ビアホールに隣接する前記第2層間絶縁層の部分をエッチングして前記ビアホールに連結するトレンチを形成する段階と、前記保護層を除去する段階と、前記ビアホールの底に位置する前記第1エッチング終了層の部分を除去する段階と、前記ビアホール及び前記トレンチを充填し、前記下部導電層に電氣的に連結される上部導電層を形成する段階と、を含むことを特徴とする半導体素子の連結配線形成方法によって達成される。

【0016】さらに本発明においては、前記下部導電層は銅よりなることが好ましい。

【0017】さらに本発明においては、前記第1エッチング終了層は窒化ケイ素又は炭化ケイ素よりなることが好ましい。

【0018】さらに本発明においては、前記第1層間絶縁層は低誘電物質よりなることが好ましい。

【0019】さらに本発明においては、前記低誘電物質は炭素がドーピングされたケイ素酸化物であることが好ましい。

【0020】さらに本発明においては、前記第2エッチング終了層は窒化ケイ素又は炭化ケイ素よりなることが好ましい。

【0021】さらに本発明においては、前記第2層間絶縁層は低誘電物質よりなることが好ましく、前記低誘電物質は炭素がドーピングされたケイ素酸化物であることが好ましい。

【0022】さらに本発明においては、前記保護層は非有機系の低誘電物質層（SOD層）であることが好ましく、前記非有機系のSOD層は水素シルセスキオキサンよりなることが好ましい。

【0023】さらに本発明においては、前記保護層を形成する段階は、前記第2層間絶縁層上に前記ビアホールを充填する前記保護層を形成する段階と、前記保護層をエッチバックして、前記保護層の上側表面を前記第2層間絶縁層の上側表面より低くする段階と、を含むことが好ましい。

【0024】さらに本発明においては、前記エッチバックはレジスト現像液を用いる湿式エッチングでなされることが好ましく、前記レジスト現像液はテトラメチルア

ンモニウムヒドロキシド水溶液を含むことが好ましい。

【0025】さらに本発明においては、前記エッチバックはフッ化水素酸希釈液を用いる湿式エッチングで行われることが好ましい。

【0026】さらに本発明においては、前記保護層を除去する段階はレジスト現像液を用いる湿式エッチングで行われることが好ましく、前記レジスト現像液はテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液を含むことが好ましい。

【0027】さらに本発明においては、前記保護層を除去する段階はフッ化水素酸希釈液を用いる湿式エッチングで行われることが好ましい。

【0028】さらに本発明においては、前記上部導電層は、銅よりなることが好ましい。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。しかし、本発明の実施例は様々な他の形態に変形でき、本発明の範囲が、後述する実施例により限定されることではない。本発明の実施例は、当業者に本発明をより完全に説明するために提供されるものである。従って、図面における各要素の形状等はより明確な説明を強調するために誇張されたものであり、図面上で同一の符号で表示された要素は同一の要素を意味する。又、ある層が他の層又は半導体基板の「上」にあると記載される場合に、ある層は他の層又は半導体基板に直接接触して存在してもよく、その間にさらに他の層が介在してもよい。

【0030】本発明は、半導体基板上に形成された下部導電層上に第1エッチング終了層を形成する段階と、前記第1エッチング終了層上に第1層間絶縁層を形成する段階と、前記第1層間絶縁層上に第2エッチング終了層を形成する段階と、前記第2エッチング終了層上に第2層間絶縁層を形成する段階と、前記第1エッチング終了層をエッチング終了点として前記第2層間絶縁層、前記第2エッチング終了層及び前記第1層間絶縁層を順次にエッチングして前記下部導電層上に配列されるビアホールを形成する段階と、前記ビアホール内に、前記ビアホールの底に結果的に現れる前記第1エッチング終了層の部分を覆って保護する保護層を形成する段階と、前記第2エッチング終了層をエッチング終了点として前記ビアホールに隣接する前記第2層間絶縁層の部分をエッチングして前記ビアホールに連結するトレンチを形成する段階と、前記保護層を除去する段階と、前記ビアホールの底に位置する前記第1エッチング終了層の部分を除去する段階と、前記ビアホール及び前記トレンチを充填し、前記下部導電層に電氣的に連結される上部導電層を形成する段階とを含むことを特徴とする半導体素子の連結配線形成方法である。

【0031】本発明の特徴は、ビアホールを形成した後に残留したエッチング終了層が、下部導電層又は下部配

線を十分に保護できるように、前記残留したエッチング終了層を保護する保護層を導入したことである。このような保護層を導入することによって、層間絶縁層として用いられる低誘電物質に影響を与えることを防止する効果がある。

【0032】図6～14は本発明の半導体素子の連結配線形成方法を説明するための、基板の概略的な断面図である。以下、これらの図を参照しながら本発明を詳細に説明する。図6は、半導体基板100上に第1層間絶縁層510および第2層間絶縁層550を形成する段階を概略的に示したものである。

【0033】具体的に説明すれば、半導体基板100上に、下部絶縁層200、下部導電層300、および第1エッチング終了層410を形成し、その上に第1層間絶縁層510を形成する。この際、第1エッチング終了層410は下部導電層300上を覆うように形成される。下部導電層300は下部配線でもよく、半導体基板100の導電領域でもよい。こうした下部導電層300はケイ素酸化物等よりなる下部絶縁層200により絶縁される。こうした下部導電層300は半導体基板100に形成される動作素子又はトランジスタ素子等と電気的に連結されるように形成され得る。下部導電層300は様々な種類の金属層で形成されることができ特には限定されないが、好ましくは銅よりなる層である。

【0034】こうした下部導電層300を覆う第1エッチング終了層410は、前記の第1層間絶縁層510等をパターンニングする後続のエッチング工程でエッチング終了点として用いられる。従って第1エッチング終了層410は、第1層間絶縁層510等を構成する物質と、十分なエッチング選択比を有する物質で形成されることが好ましい。例えば第1層間絶縁層510がケイ素酸化物で形成される場合、ケイ素酸化物と優秀なエッチング選択比を有する物質を第1エッチング終了層410に用いることが好ましく、例えば、炭化ケイ素又は窒化ケイ素が好ましい。

【0035】こうした第1エッチング終了層410上に第1層間絶縁層510を形成する。こうした第1層間絶縁層510は、配線として用いられる導電層を絶縁させる作用がある。こうした第1層間絶縁層510は、様々なケイ素酸化物系絶縁物質で形成できるが、RC遅延等のような半導体素子の高速動作を妨害する要因を克服するためには、低い誘電定数(k)を有する物質(以下、低誘電物質と称する)で形成されることが望ましい。このような低誘電物質としては、例えば炭素がドーピングされたケイ素酸化物が好ましい。

【0036】第1層間絶縁層510上に第2エッチング終了層450を形成し、その上に第2層間絶縁層550を形成する。こうした第2エッチング終了層450は前記第2層間絶縁層550をパターンニングする後続のエッチング工程でエッチング終了点として用いられる。従っ

て、第2エッチング終了層450は、第2層間絶縁層550を形成する物質と優秀なエッチング選択比を有する物質で形成されることが好ましい。例えば第2層間絶縁層550がケイ素酸化物で形成される場合、ケイ素酸化物と優秀なエッチング選択比を有する物質を第2エッチング終了層450に用いることが好ましく、例えば、炭化ケイ素又は窒化ケイ素が好ましい。

【0037】こうした第2エッチング終了層450上に第2層間絶縁層550を形成する。こうした第2層間絶縁層550は第1層間絶縁層510と共に配線として用いられる導電層を絶縁させる作用がある。こうした第2層間絶縁層550は様々なケイ素酸化物系絶縁物質で形成でき特には限定されないが、RC遅延のような半導体素子の高速動作を妨害する要因を克服するためには、低誘電物質で形成されることが望ましい。このような低誘電物質としては、例えば炭素がドーピングケイ素酸化物が好ましく用いられる。

【0038】図7は下部導電層300上に配列されるビアホール710を形成する段階を概略的に示したものである。

【0039】具体的に説明すれば、第2層間絶縁層550上に第1エッチングマスク610、例えばフォトレジストパターンを形成した後、こうした第1エッチングマスク610により露出された第2層間絶縁層550の部分をエッチングする。こうしたエッチング工程は、第2層間絶縁層550の下部の第2エッチング終了層450及び第1層間絶縁層510を続けてエッチングした後、第1エッチング終了層410をエッチング終了点として終了する。このようにエッチング工程を行うことにより、下部導電層300上に配列されるビアホール710を形成する。

【0040】こうしたビアホール710を形成するエッチング工程は、ケイ素酸化物をエッチングすることにより用いられる乾式エッチング工程で行うことが好ましい。例えば、 $C_xF_yH_z$  (x、y、zは任意の整数)系列のガスを含む反応ガスを用いた乾式エッチングによってビアホール710を形成することができる。前記 $C_xF_yH_z$ として具体的には、フルオロメタン、ジフルオロメタン、トリフルオロメタン、フルオロエタン、ジフルオロエタン、トリフルオロエタン、テトラフルオロエタン等、一般的にエッチングに用いられるものが同様に用いられ得る。この際、反応ガスには酸素ガス、窒素ガスまたはアルゴンガス等をさらに含んでも良い。

【0041】この際、下部導電層300を覆う第1エッチング終了層410は、下部導電層300の上側表面を露出させないように充分な厚さで残留し、後続の工程により下部導電層300が損傷しないように保護することが好ましい。残留する第1エッチング終了層410の厚さは、後続の工程等に依存するため特には限定されない。また、第1エッチング終了層410と層間絶縁層5

10、550とのエッチング選択比が十分高くない場合、ビアホール710を形成するエッチング工程で第1エッチング終了層410が一部除去されることが起こり得る。このような場合、第1エッチング終了層410は部分的にエッチングされることがあるが、下部導電層を露出していなければよい。

【0042】続いて、第1エッチングマスク610として用いられたフォトリソパターンをアッシング等により除去する。

【0043】本発明において、前記保護層を形成する段階は、前記第2層間絶縁層上に前記ビアホールを充填する前記保護層を形成する段階と、前記保護層をエッチバックして前記保護層の上側表面が前記第2層間絶縁層の上側表面より低くする段階とを含むことが好ましい。

【0044】図8はビアホール710を充填する保護層800を形成する段階を概略的に示したものである。

【0045】具体的に説明すれば、ビアホール710を充填する保護層800を、第2層間絶縁層550上に形成する。こうした保護層800は、後続の工程で第1エッチング終了層410が除去されて下部導電層300の上側表面が露出されることを防止する役割を果たす。このような保護層800は、保護層として機能し得るものであればどのような物質によっても形成されてもよいが、特に、非有機系の低誘電物質層（以下、SOD層と称する）で形成されることが好ましい。当該非有機系のSOD層としては、例えば水素シルセスキオキサン（HSQ）からなる層が好ましく、なかでもHSQからなる層が好ましい。具体例として、HSQで保護層800を形成する場合を説明する。こうしたHSQ層は、HSQを塗布した後、ソフトベークすることによって形成されることが好ましい。例えば、約200℃～400℃以下の範囲の温度で、塗布されたHSQを約1分～5分程度ソフトベークする。ソフトベーク以後に約400℃又はそれ以上の温度でハードベークを追加で行ってもよい。

【0046】こうした保護層800をHSQのような非有機系SODで形成することによって、保護層800をエッチバックする工程等でケイ素酸化物等からなる層間絶縁層510、550が損傷されることを防止することができる。保護層800のエッチバックは、後続のエッチング工程で要求されるフォトリソパターン等のために、保護層800をビアホール710内に限定して存在させるためである。これについては以後詳細に説明する。

【0047】このようにして保護層800として反射防止物質（以下、ARC物質）のような有機物質を用いることもできるが、こうしたARC物質で保護層800を形成する場合、様々な問題が発生する恐れがある。例えば、ARC物質からなる層（以下、ARC層）がパターンの密度に激しく影響を受けてその厚さが不均一になる、という問題が起こりうる。又、こうしたARC層の

不均一性を改善するために、ARC層をエッチバックする工程を行えば、こうしたエッチバック工程は酸素プラズマ等を用いる乾式工程で行うため、それによりケイ素酸化物よりなる層間絶縁層510、550が損傷を受ける恐れがある。すなわち本発明では、保護層800は、こうした層間絶縁層510、550の損傷が防止できることから、非有機系SODを含んでなることが好ましい。

【0048】図9は保護層800をビアホール710内へエッチバックする段階を概略的に示したものである。

【0049】具体的に説明すれば、保護層800をエッチバックしてビアホール710内へ限定して存在させる。これにより、保護層800の上側表面は第2層間絶縁層550の上側表面に比べて低くなる。こうしたエッチバックは、エッチバックが行われる間に第2層間絶縁層550等が損傷されることを防止するために、第2層間絶縁層550に対して優秀なエッチング選択比を有し得る湿式エッチングで行われることが望ましい。例えば、レジスト現像液を用いる湿式エッチングによってエッチバックすることが好ましい。レジスト現像液としては、ネガティブレジスト用現像液（Negative Resist Developer；以下、NRDとも称する）が好ましい。なぜならNRDは、選択的に保護層800として用いられるHSQを良好に除去できるためである。この際、NRDは、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液を含んでもよく、ここでテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液は水溶液総量中、テトラメチルアンモニウムヒドロキシドを約2質量%含有してなることが好ましい。

【0050】こうしたNRD等のレジスト現像液を用いたエッチバックにより保護層800はビアホール710内に限定して存在し、これにより保護層800の上側表面は第2層間絶縁層550の上側表面に比べて低くなる。この際、エッチバックされた保護層800は比較的一定の厚さに残留され得るという利点がある。エッチバックされた保護層800の実際プロファイルを図15に示す。図15は本発明の連結配線形成方法において、NRDを用いて保護層800として用いられたHSQ層をエッチバックした結果を示す走査電子顕微鏡写真である。図15から分かるように、エッチバックされた保護層800として用いられたHSQ層は一定の厚さを有している。このようなHSQ層の形状は後続のフォトリソエッチング工程に有利に作用できる。

【0051】一方、こうした保護層800のエッチバックにフッ化水素酸希釈液を用いることが好ましい。なお本発明においてフッ化水素酸希釈液とは、フッ化水素酸（HF）水溶液を純水で希釈したものである。ここで用いられるフッ化水素酸水溶液は、半導体製造分野において通常用いられているものであればよく、具体的には約49%のフッ化水素酸水溶液が使用可能である。フッ化

水素酸の希釈率は、エッチング対象物により適宜調節することが好ましい。例えばHSQをエッチングする場合、フッ化水素酸によるHSQのエッチング速度は非常に速いので、HSQのエッチング速度を好適に制御するために、フッ化水素酸の希釈率を1/500以上とすることが好ましい。例えば、1/500に希釈したフッ化水素酸希釈液で、90秒間エッチングしたHSQの厚さは約470Åである一方で、層間絶縁層510、550として用いられたケイ素酸化物が上記フッ化水素酸希釈液によりエッチングされる量は約15Å~31Åであり得る。従って、フッ化水素酸希釈液は、層間絶縁層510、550に損傷を与えることなく、保護層800のエッチバックを行うことができる。

【0052】図10は第2層間絶縁層550上に第2エッチングマスク650を形成する段階を概略的に示したものである。

【0053】具体的に説明すれば、ビアホール710が形成された第2層間絶縁層550上に第2エッチングマスク650、例えばフォトレジストパターンを形成する。こうした第2エッチングマスク650が露出する部分の線幅は、第1エッチングマスク610が露出する部分の線幅に比べて広いことが望ましい。第2エッチングマスク650は、第2層間絶縁層550の一部を露出するが、この露出される部分は、ビアホール710に隣接するパターンニングされた第2層間絶縁層550のエッジ部位及び該エッジ部位に隣接する上側表面部分を含む。この際、第2エッチングマスク650により露出される部分はビアホール710を含むようにする。

【0054】図11は第2エッチングマスク650により露出される第2層間絶縁層550をエッチングしてトレンチ750を形成する段階を概略的に示したものである。

【0055】具体的に説明すれば、第2エッチングマスク650をマスクとして露出された第2層間絶縁層550の部分をエッチングしてビアホール710に連結するトレンチ750を形成する。第2層間絶縁層550をパターンニングするエッチング工程は第2エッチング終了層450をエッチング終了点として用いることが望ましい。こうしたトレンチ750のためのエッチング工程はビアホール710が形成された状態で行えるが、保護層800により第1エッチング終了層410が保護されているため、こうしたエッチング工程により第1エッチング終了層410が除去されることが防止できる。こうしたエッチング工程により保護層800は一部除去されるが、保護層800により保護されている第1エッチング終了層410はこうしたエッチング工程により除去されない。

【0056】一方、前記のトレンチ750を形成するエッチング工程は、ケイ素酸化物をエッチングするのに用いられる乾式エッチング工程により行うことが好まし

い。例えば、 $C_xF_yH_z$  ( $x$ 、 $y$ 、 $z$ は任意の整数) 系列のガスを含む反応ガスを用いた乾式エッチングによりビアホール710を形成することが好ましい。前記 $C_xF_yH_z$ としては上記で列挙したものが同様に用いられる。この際、反応ガスには酸素ガス、窒素ガスまたはアルゴンガス等をさらに含んでも良い。

【0057】その後、第2エッチングマスク650として用いられたフォトレジストパターンを除去する。こうしたフォトレジストパターンはアッシング及びこれによるストリップ等で除去される。この際、下部導電層300は第1エッチング終了層410等により充分に保護され、こうしたフォトレジストパターンを除去するアッシング等の工程中に露出されないため、損傷を防止できる。

【0058】図12は残留した保護層800を除去する段階を概略的に示したものである。

【0059】具体的に説明すれば、残留した保護層800をHFを含む水溶液等を用いて除去することができる。例えば、1/500に希釈されたフッ化水素酸希釈液で、90秒間、保護層800として採用されるHSQ層をストリップすれば、HSQ層は約470Åの厚さを除去できる。一方で、このような1/500に希釈されたフッ化水素酸希釈液に対して、層間絶縁層510、550を構成するケイ素酸化物は、約15Å~31Åしか除去されない。従って、こうした保護層800を構成するHSQ層を除去する工程により、層間絶縁層510、550より構成されるビアホール710及びトレンチ750の側壁が損傷されることを最小化することができる。又、このような1/500に希釈されたフッ化水素酸希釈液で約90秒間ストリップすると、第1エッチング終了層410を構成し得る炭化ケイ素層は、約13Å除去されるだけなので、こうした保護層800を除去する工程により第1エッチング終了層410がエッチングされることも最小化することができる。

【0060】又、こうした保護層800の除去には上述したNRDのようなレジスト現像液を用いる湿式エッチングを用いることも好ましい。この際、レジスト組成物、特にNRDは、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液を含むことが好ましい。ここで、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液は、水溶液総量中、テトラメチルアンモニウムヒドロキシドを約2質量%含むことが好ましい。レジスト組成物としては、NRDが好ましい。なぜなら、NRDは選択的に保護層800として用いられるHSQを良好に除去できると考えられるためであり、これは図15により明白である。

【0061】図13はビアホール710の底に露出した、第1エッチング終了層410の残留した部分を除去する段階を概略的に示したものである。

【0062】具体的に説明すれば、ビアホール710の底の第1エッチング終了層410の残留した部分を除去



して、下部導電層 300 の上側表面を露出する。こうした第 1 エッチング終了層 410 の残留した部分のエッチングは、乾式エッチング工程で行うことが好ましい。例えば、 $C_xF_yH_z$  ( $x$ 、 $y$ 、 $z$  は任意の整数) 系列のガスを含む反応ガスを用いた乾式エッチングに残留する第 1 エッチング終了層 410 が除去できる。ここで  $C_xF_yH_z$  としては上述で説明したものと同様のものが用いられる。この際、反応ガスには酸素ガス、窒素ガスまたはアルゴンガス等がさらに含められる。

【0063】このようにして露出された下部導電層 300 の上側表面は、トレンチ 750 及びビアホール 710 を形成するエッチング工程中、保護されてきたため、損傷されない良好な状態である。

【0064】図 14 はビアホール 710 及びトレンチ 750 を充填する上部導電層 900 を形成する段階を概略的に示したものである。

【0065】具体的に説明すれば、第 2 層間絶縁層 550 上に導電層を形成した後、こうした導電層を平坦化してビアホール 710 及びトレンチ 750 を充填する上部導電層 900 を形成する。こうした上部導電層 900 は様々な導電物質で形成できるが、銅よりなることが望ましい。上部導電層 900 をこのような銅等で形成することによって、下部導電層 300 と電氣的に連結される配線を形成することができる。この際、下部導電層 300 は、本発明の方法により上側表面が良好な状態であるため、上部導電層 900 との良好な電氣的連結を形成することができる。前述の平坦化は、当業界周知の方法によりなされ、例えばエッチバックや CMP 等のような平坦化方法でが好ましく用いられる。

#### 【0066】

【発明の効果】本発明の連結配線形成方法によれば、過剰なエッチング等による下部導電層の損傷を防止し、下部導電層の上部表面が良好な状態に保たれるので、上部導電層と良好な電氣的連結を形成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】従来のデュアルダマシ工程による配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 2】従来のデュアルダマシ工程による配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 3】従来のデュアルダマシ工程による配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 4】従来のデュアルダマシ工程による配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 5】従来のデュアルダマシ工程による配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 6】本発明の半導体素子の連結配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 7】本発明の半導体素子の連結配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 8】本発明の半導体素子の連結配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 9】本発明の半導体素子の連結配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 10】本発明の半導体素子の連結配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 11】本発明の半導体素子の連結配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 12】本発明の半導体素子の連結配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 13】本発明の半導体素子の連結配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 14】本発明の半導体素子の連結配線形成方法を説明するための概略的な断面図である。

【図 15】本発明の半導体素子の連結配線形成方法において、NRD を用いて保護層として用いられた HSQ 層をエッチバックした結果を示す走査電子顕微鏡写真である。

#### 【符号の説明】

10、100：半導体基板、

20、200：下部絶縁層、

30、300：下部導電層、

40、410：第 1 エッチング終了層、

45、65、450：第 2 エッチング終了層、

410：エッチング終了層、

50、510：第 1 層間絶縁層、

55、550：第 2 層間絶縁層、

60、610：第 1 エッチングマスク、

650：第 2 エッチングマスク、

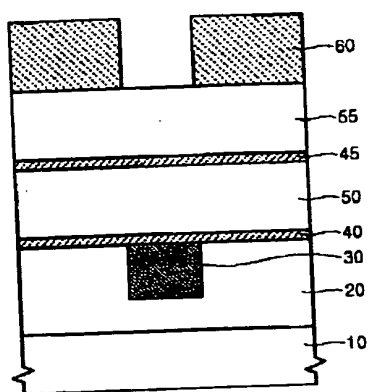
71、710：ビアホール、

75、750：トレンチ、

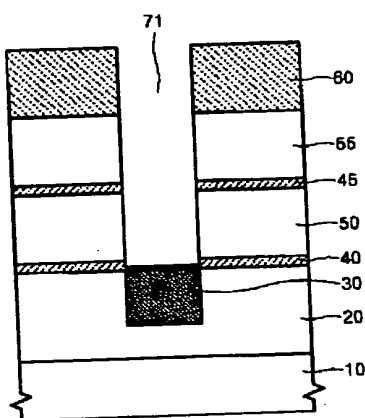
800：保護層、

80、900：上部導電層。

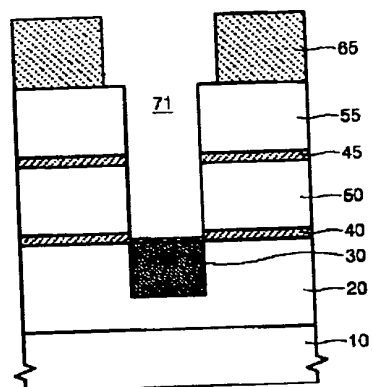
【図1】



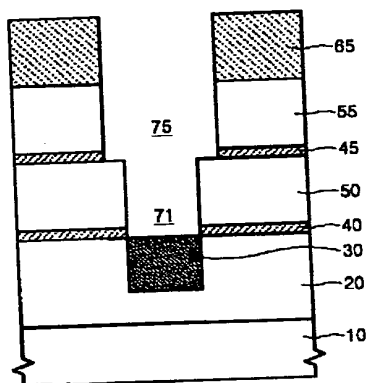
【図2】



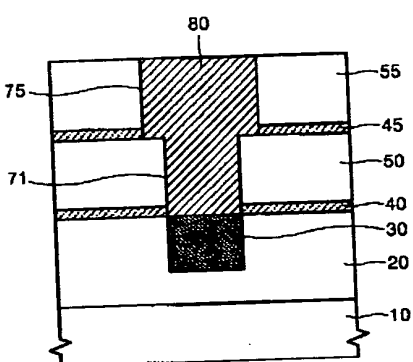
【図3】



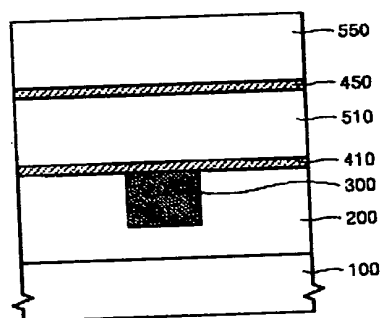
【図4】



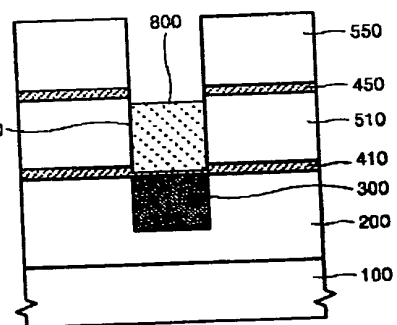
【図5】



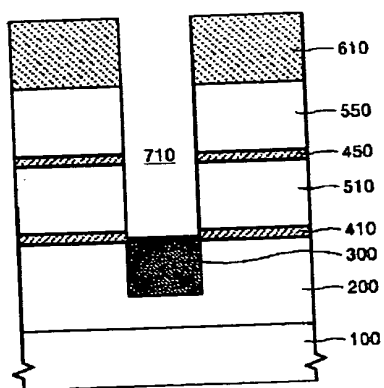
【図6】



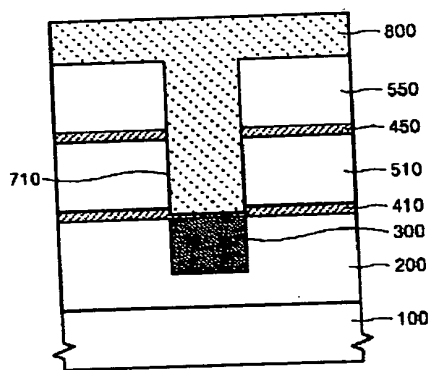
【図9】



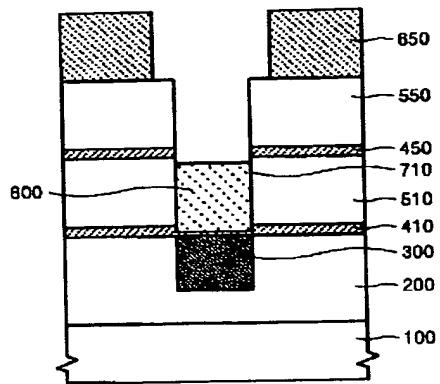
【図7】



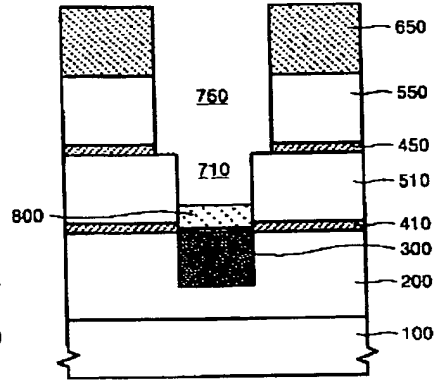
【図8】



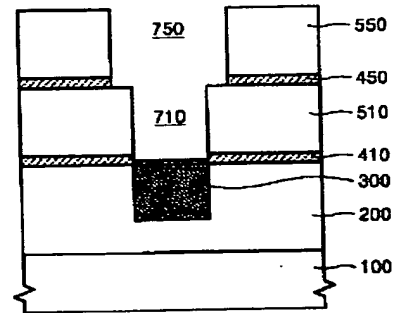
【図 10】



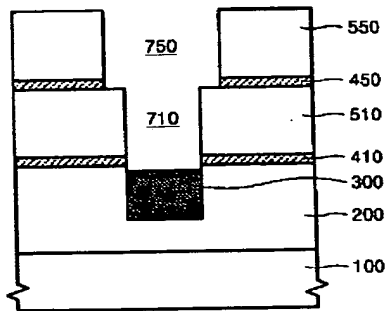
【図 11】



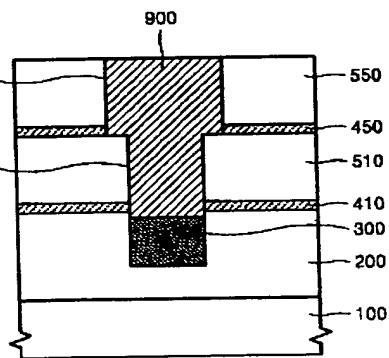
【図 12】



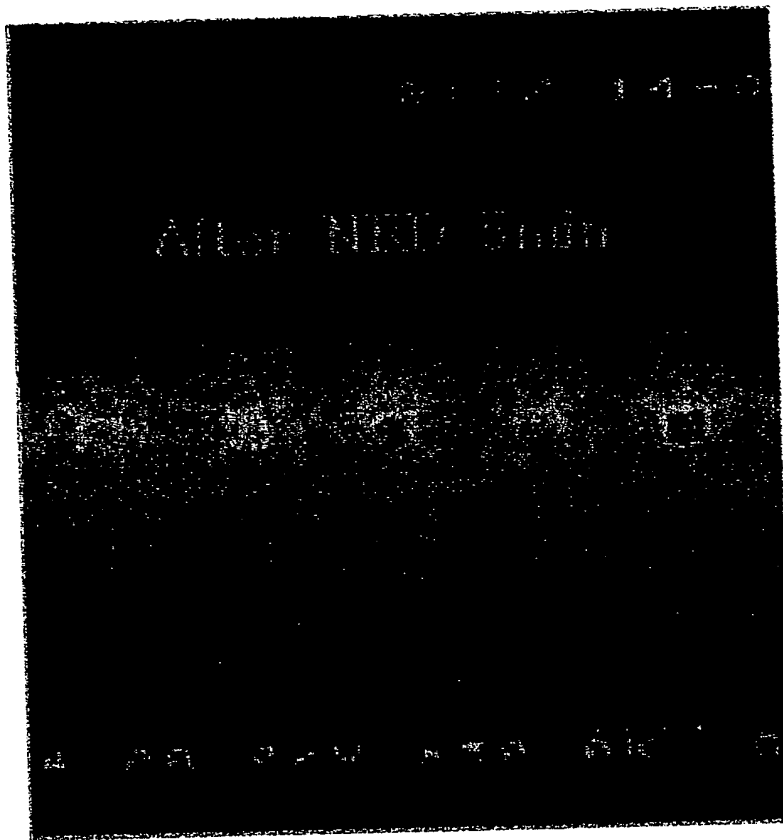
【図 13】



【図 14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 李 敬 雨

大韓民国ソウル特別市永登浦区新吉4洞  
三星アパート102棟202号

(72)発明者 金 在 鶴

大韓民国ソウル特別市松坡区文井洞62-5  
番地 現代アパート1207号

Fターム(参考) 5F033 MM02 QQ09 QQ10 QQ11 QQ19  
QQ25 QQ31 QQ37 RR01 RR04  
RR06  
5F043 AA31 AA38 BB22 DD24 DD30  
FF06 GG03